

#3 Priority doc  
9/890143  
OHAUG 10/10/01

PCT/JP00/05371

JP 00/5571 日本国特許庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

12.09.00

4  
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

1999年11月29日

REC'D 27 OCT 2000

WIPO

PCT

出願番号  
Application Number:

平成11年特許願第337955号

出願人  
Applicant(s):

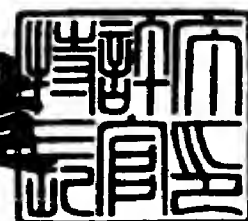
株式会社 東北テクノアーチ

PRIORITY  
DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年10月13日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3083273

【書類名】 特許願

【整理番号】 10807TA

【特記事項】 特許法第30条第1項の規定の適用を受けようとする特許出願

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 1/10

【発明者】

    【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区中江2丁目15番1-206号

    【氏名】 山本 正樹

【特許出願人】

    【識別番号】 899000035

    【氏名又は名称】 株式会社 東北テクノアーチ

【代理人】

    【識別番号】 100098729

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 重信 和男

【選任した代理人】

    【識別番号】 100105371

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 加古 進

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 046422

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 多層膜反射鏡およびそれを用いた装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 多層膜による反射を用いた反射鏡であって、

前記多層膜上にあり、入射光線に対する屈折率  $n$  および 1 との差  $(1 - n)$  が大きく、かつ、入射光線に対する消衰係数  $k$  が小さい物質の補正膜を備えることを特徴とする反射鏡。

【請求項 2】 前記反射鏡は軟 X 線用であり、前記補正膜は、モリブデン、ルテニウム、ロジウム、ベリリウムの中の 1 つ又はこれらの組合せを用いていることを特徴とする請求項 1 記載の反射鏡。

【請求項 3】 前記補正膜は、前記多層膜上に形成した後、射出光の波面位相の調整量に応じて削り取ることにより、波面位相を調整することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の反射鏡。

【請求項 4】 多層膜による反射を用いた反射鏡であって、前記多層膜は、反射率が実質的に飽和する以上の周期数が形成されており、前記多層膜を射出光の波面位相の調整量に応じて削り取ることにより、波面位相を調整することを特徴とする反射鏡。

【請求項 5】 多層膜による反射を用いた反射鏡であって、前記多層膜は、反射率が飽和する以上の周期数が形成されており、前記多層膜上にあり、入射光線に対する屈折率  $n$  および 1 との差  $(1 - n)$  が大きく、かつ、入射光線に対する消衰係数  $k$  が小さい物質の補正膜を有し、前記補正膜、前記多層膜を射出光の波面位相の調整量に応じて削り取ることにより、波面位相を調整することを特徴とする反射鏡。

【請求項 6】 請求項 1 ～ 5 いずれか記載の反射鏡を用いた X 線または極端紫外線顕微鏡。

【請求項 7】 請求項 1 ～ 5 いずれか記載の反射鏡を用いた X 線または極端紫外線露光装置。

【請求項 8】 請求項 1 ～ 5 いずれか記載の反射鏡を用いた X 線または極端紫外線望遠鏡。

【請求項 9】 請求項 1～5 いずれか記載の反射鏡を用いた X 線または極端紫外線マイクロプローブ。

【請求項 10】 請求項 1～5 いずれか記載の反射鏡を用いた X 線または極端紫外線分析装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、多層膜による反射を用いた反射鏡に関し、特に多層膜鏡の射出光の波面位相補正に関するものである。

【0002】

【技術背景】

図 1 に示した電磁波の分類と電磁波の波長との関係を示した図で、まず極端紫外線及び X 線を説明する。極端紫外線（極紫外線，EUV：extreme ultraviolet rays）や真空紫外線（VUV：vacuum ultraviolet rays）は、図 1（a）電磁波の分類で紫外線よりも波長が短い電磁波のことである。X 線とは、図 1（a）電磁波の分類と図 1（b）電磁波の波長を比較してみてもわかる通り、波長が 0.001～50nm の電磁波を指し、その中で軟 X 線は 0.5～50nm の X 線のことである。極端紫外線や真空紫外線と軟 X 線との境界ははっきりと定められておらず、分類で重なっている部分もあるが、極端紫外線、真空紫外線や軟 X 線は、紫外線と硬 X 線の中間の波長を持つ電磁波である。極端紫外線、真空紫外線、軟 X 線の性質としては、透過能が小さく、空気層で吸収されてしまう。しかしながら、特に光子エネルギーが高いことから、金属、半導体、誘電体などの物質を問わず表面から内部に数百nm 侵入する透過力を示す。また、特に軟 X 線は、物質を構成する原子の内核吸収が現れる程度の光子エネルギーを有していることから、各種の物質を構成する元素によってはっきりとした吸収の差が生じる。軟 X 線のこの性質は、高い分解能とともに、各種の物質研究に最適であり、生体試料を乾燥や染色等の処理を行うことなく、生きたまま観察できる X 線顕微鏡開発研究へと発展しつつある。

【0003】

極端紫外線（真空紫外線）やX線は可視光に比べると光子エネルギーが高く、物質の透過力が高い。このため、極端紫外線やX線はほとんどの物質において屈折がほとんど起こらないために、レンズを造ることが難しい。従って、極端紫外線やX線を集光したり、像を結ばせるために反射鏡が使われるが、極端紫外線やX線に対しては通常、金属表面でもほとんど反射しない。唯一、表面にすれすれの角度では反射させることができるので、この斜入射を利用した光学系に頼らざるをえなかった。

## 【0004】

その後、極端紫外線（真空紫外線）または軟X線を含めたX線を反射できる「多層膜鏡」が大きく注目され、極端紫外線やX線結像光学系に直入射の光学系を開発する道を開いた。X線によるX線顕微鏡は前述の多層膜鏡を用いている。この多層膜鏡を図2で説明する。

## 【0005】

図2（a）は、多層膜反射鏡の構成を示し、図2（b）は、反射膜の構成を示している。図2（a）において、多層膜反射鏡は、基板10の上に多層膜20を形成した構成であり、図2（b）は波長13nm（光子エネルギー97eV）付近の軟X線に対する多層膜の構成の例を示す。図2（b）において、多層膜20はモリブデン（Mo）とシリコン（Si）を対にした数十～数百層から構成されている。この構成の多層膜20を図2（a）のように基板10に取りつけてある。この構成の多層膜鏡によって、直入射反射率60%の反射が得られる。

図3は、図2（a）の多層膜反射鏡を用いたX線装置の概略構成例を示す。図3において、中央に穴をあけた凹面の基板10に反射多層膜20を付けた反射鏡と、その真向かいに、同じく凹面の基板に反射多層膜22を付けた反射鏡の2つで構成されている。LはX線であり、光路を示している。

## 【0006】

この図3（a）の左方から物体30に向けてX線を照射した構成では、X線Lは多層膜反射鏡20、22によって反射し、拡大された物体の像35が得られる。このとき、図3（a）の装置は図3（b）（1）に示すように、顕微鏡の役目を果たす。可視・紫外光の波長の数十分の1以下であるX線によって結像された

ものであるから、このように構成すれば原理的に回折ボケによる解像限界を数十分の1以下にして、極めて微小なものでも精度を改善できる。これらの技術はさらに高精度なX線望遠鏡の開発研究へと発展し、超高温のプラズマから発生する軟X線の観測による、銀河の成因や超新星の構造の解明に寄与している。

#### 【0007】

また、この図3(a)の右方から物体35に向けてX線を照射すれば、X線Lは多層膜反射鏡22、20によって反射し、縮小された物体の像30が写る。このとき、図3(a)の装置は図3(b)(2)に示すように、マイクロフォーカスや縮小露光装置の構成となる。この縮小投影露光光学系のX線多層膜鏡は、次世代の超LSI製造用装置の心臓部として開発する試みが、米国および日本を中心に世界的に競われている。

このように、産業界のみならず学界でもX線多層膜鏡の多方面における応用が期待されている。

#### 【0008】

これらのX線多層膜鏡は、結像性能を得るために、少なくとも波長の $1/8$ 以下の波面精度を得る必要がある。しかしこの値を達成するには、球面基板の形状精度の計測と制御、この基板上に成膜する高反射率で基板に歪みを与えない多層膜形成法の開発、結像鏡の無歪み保持法、調整法の開発などに加え、最終的には使用するX線波長での波面誤差の計測と補正法の開発が不可欠である。

特に、最終的な結像性能を決定付ける波面収差の補正法は、補正量がnmオーダーであり、困難が大きい。現状では、基板をピエゾ素子駆動などによってnm精度で微小変形させるアダプティブ・オプティクス(補償光学)系方式や、基板表面に薄膜を付加したり基板をイオンエッチングする方法が提案されている。

#### 【0009】

例えば、反射鏡の形状をアクチュエータでアダプティブに修正する試みがある。これを図4に示した波面収差補正装置で説明する。図4に示すように、波面収差補正装置は、反射鏡の基板10に取り付けたアクチュエータ60で基板10に力を加えて多層膜鏡20の形状を矯正することにより波面を補正する。この補正装置において、ピンホール110を潜り抜けてくる軟X線Lは、ビームスプリッ

タ 120 で反射鏡に導かれ、多層膜鏡 20 で反射する。この構成で、ビームスプリッタ 120 を通過する L の光路にナイフ・エッジ 130 を挿入することにより、2 次元検出器 150 に映し出された映像をコンピュータ 160 で解析して鏡面形状を計測することができる。この計測結果により制御回路 170 でアクチュエータ 60 を動作させ反射鏡の形状を修正している。

しかし、これらの方式は原理的に幾何光学的に反射面を制御するために、1 nm 以下の微小量の計測・制御が必然的に要求されるため、多大な困難がある。

#### 【0010】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、波面位相を補正することが簡単にできる構造の多層膜反射鏡を提供することである。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、多層膜による反射を用いた反射鏡であって、前記多層膜上にある、入射光線に対する屈折率  $n$  および 1 との差 ( $1 - n$ ) が大きく、かつ、入射光線に対する消衰係数  $k$  が小さい物質の補正膜を備える構成を有する。この補正膜の厚さ  $d$  を調節することにより、射出光が補正膜を通過する際に光量の減衰をなるべく抑えて波面位相を調整できる。この補正膜による波面補正は物理光学的に起こる。すなわち、実効的な補正量は、膜の屈折率  $n$  および真空の屈折率 1 の差 ( $1 - n$ ) と膜の厚さ  $d$  の変化量  $\Delta d$  との積に等しい。

補正膜の屈折率  $n$  と真空の屈折率 1 との差 ( $1 - n$ ) が 0.01 程度以下になるような物質を補正膜に用いれば、物理光学的な位相差の制御は幾何学的な膜厚の制御の  $1/100$  程度の分解能で行える。従って、100 nm の膜厚の制御で X 線または極端紫外線（真空紫外線）多層膜反射鏡の波面制御 1 nm を達成し、結像鏡等に用いたときに所望の結像性能を得ることができる。

#### 【0012】

この補正膜は、軟 X 線に対しては、モリブデン、ルテニウム、ロジウム、ベリリウムのうちの 1 つ又はこれらの組合せを用いるとよい。例えば、モリブデンを

用いると、物理光学的な位相差の制御は、幾何学的な膜厚の制御の $1/10$ 以下の分解能で行うことができる。

#### 【0013】

補正膜は、前記多層膜上に形成し、反射鏡における射出光の波面位相の調節量に応じて削り取ることにより行うことができる。補正膜が削られて最上表面は荒れても、補正膜と真空との屈折率差が小さいため、射出光の透過波面は補正膜表面上の粗さの影響はほとんど受けずに波面の位相差の調整を容易に行うことができる。

#### 【0014】

また、本発明として、多層膜による反射を用いた反射鏡であって、この多層膜は、反射率が実質的に飽和する以上の周期数が形成されており、多層膜を射出光の波面位相の調整量に応じて削り取ることにより、波面位相を調整することもできる。補正量が比較的小さい場合、多層膜を削り取ることにより位相補正ができるとともに、補正膜を追加して形成する場合に比べて、反射率の変動を小さくできる。

補正膜と反射率が実質的に飽和する以上の多層膜とを形成することにより、補正膜の削除で位相の補正できない場合、多層膜も削除することにより補正することができ、より精密に位相の補正を行うことができる。

#### 【0015】

X線用や極端紫外線（真空紫外線）用の顕微鏡、露光装置、望遠鏡、マイクロプローブ、分析装置等に上述の多層膜反射鏡を用いることにより、X線や極端紫外線（真空紫外線）に対する位相差の制御を補正膜の厚さの制御で行えるために、容易に所望の結像性能を得ることができる。

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態に関して図を用いて詳しく説明する。

図5に、本発明の反射鏡の構成を示す。図5において、本発明の反射鏡は、基板10上に形成した多層膜20上に、補正膜50を形成した構成を有している。

例えばX線や極端紫外線（真空紫外線）に対する多層膜鏡では、各界面におけ



る反射はごくわずかで、積層数は数十層から数百層を要する。理論解析によれば反射は実質的に多層膜全体で物理光学的に起こる。従って、図5に示すように、図2(a)の多層膜20の最上表面に位相補正層50を付加すれば、透過型の位相補正膜として機能させることができる。ただし、この波長域で透明な物質は存在しないから、位相補正膜を構成できる物質には、屈折率 $n$ とともに消衰係数 $k$ の条件も満たす必要がある。

補正膜を構成する膜物質は、屈折率差 $(1-n)$ が大きく、消衰係数 $k$ が小さいほど位相補正量を大きくとれる。従って、光学的な物質選択基準は、単位厚さによる位相変化量と吸収による振幅減衰の比で判断できて、 $\{ \text{屈折率差}(1-n) / \text{消衰係数} k \}$ が大きい物質が適している。

#### 【0017】

波長13nmの軟X線を例にとった場合、軟X線領域での膜の屈折率 $n$ と真空の屈折率1との差 $(1-n)$ が0.1程度以下になるモリブデン(Mo)膜(屈折率差0.065, 消衰係数0.0065)を用いれば、物理光学的な位相差の制御は、屈折率差 $(1-n)$ が $1/15$ 程度であることから、幾何学的な膜厚の制御が $1/15$ 程度の分解能で行える。つまり、モリブデン膜における15nmの膜厚の制御で実効的なX線多層膜結像鏡の波面制御1nmを達成し、所望の結像性能を得ることができる。よって、補正量は上述の通り、屈折率差 $(1-n)$ と膜の厚さ $d$ の変化量 $\Delta d$ との積であるから、位相誤差を0.1nmの精度で補正するためには補正膜厚を1.5nmの精度で削ればよいことになる。

また、補正膜による反射率変化は、膜厚変化や多層膜の干渉を考慮した計算が必要であるが、反射率の減少率は単純な計算でも1nm当たり1.2%程度であり、反射率60%の鏡では0.7%程度減少するにすぎない。

モリブデンの他に、軟X線に対して、屈折率差 $(1-n)$ が大きく、消衰係数 $k$ が小さい物質としては、ルテニウム、ロジウム、ベリリウムがある。軟X線に対する補正膜としては、モリブデンを含むこれらの物質の内の1つ又はこれらの物質の組合せで構成することができる。

#### 【0018】

図6は、補正膜による補正の仕方の説明である。

図6 (a) のように基板10上の多層膜鏡20に十分厚い補正膜50をあらかじめ成膜しておき、ミリング等で補正膜50を必要量だけ削るのがよい(図6 (b) 参照)。この方法により、ミリングされた補正膜の最上表面は荒れるが、真空との屈折率差が小さいため、透過波面は粗さの影響をほとんど受けない。

また、波長13nmの軟X線で計測された波面誤差の補正膜を、多層膜表面の所定の位置へ所定量の成膜を行うことにより、位相補正を行ってもよい。

#### 【0019】

また、多層膜として反射率を実質的に飽和する以上の周期数あるものを形成して、多層膜を射出光の波面位相の調整量に応じて削り取ることにより、波面位相を調整することもできる。補正量が比較的小さい場合、多層膜を削り取ることにより位相補正ができ、補正膜を追加して形成する場合に比べて、反射率の変動を小さくできる。これを図7及び図8を用いて詳しく説明する。

図7は、多層膜の膜の数である周期数(反射多層膜の組の繰り返し数)と反射率との関係を示すグラフである。図7には、ルテニウム(Ru)とシリコン(Si)による多層膜、ロジウム(Rh)とシリコン(Si)による多層膜、モリブデン(Mo)とシリコン(Si)による多層膜、ルテニウム(Ru)と炭素(C)による多層膜、および、ロジウム(Rh)と炭素(C)による多層膜の周期数と反射率との関係が示されている。

このグラフから分かるように、多層膜の周期数が大きくなると反射率は飽和して、多層膜を繰り返しても反射率が変化しなくなる。反射率を実質的に飽和する以上の周期数の多層膜を形成し、飽和している範囲の多層膜を削除することによっても、波面位相の補正を行うことができる。

多層膜を、実質的に飽和する以上の周期数形成し、その上に補正膜を形成した後、補正膜や多層膜を上から削除して、波面位相の変化を計測した例を示したグラフが図8である。図8 (a) に示すように、Mo/Siの多層膜を121周期形成後、モリブデン(Mo)による補正膜を300Å形成したものを上から削除する。波長12.78nmの軟X線に対する、多層膜を形成しているシリコン(Si)の反射係数 $n_{Si}$ およびモリブデン(Mo)の反射係数 $n_{Mo}$ は、

$$n_{Si} = 1.00276 - 0.0015i$$

$$n_{Mo} = 0.9324 - 0.00598i$$

である。また、補正膜 300 Å および 121 層の多層膜による反射率は、56.2% である。

このような構成の補正膜および多層膜を上から削除した場合を、図 8 (b) に示している。図 8 (b) においては、波長 12.78 nm の軟 X 線に対する相対反射率（削除していないときを 1 : 右目盛）と波面位相の変化（削除していないときを 0 : 左目盛）を示している。補正膜を削除する際に、位相や反射率の変化がリニアではなく変動している理由は、Mo 膜の干渉による。また、多層膜を削除しているときの位相変動や反射率変化の周期は、周期膜の周期と一致している。多層膜部分を削除する際の反射率の変動は、補正膜を削除する際の変動と比較すると、小さい。

補正膜を削除した後の図 8 (b) のグラフから分かるように、多層膜を削除することによっても、位相を変化させることができる。しかし、補正膜を削除するときより、削除量に対する位相補正できる量は少ない。

【0020】

#### <反射鏡の使用例>

図 9 は、上述の簡単に波面誤差を補正することができる反射鏡を用いた軟 X 線顕微鏡システムを示している。軟 X 線は先に述べた通り、空気で吸収されてしまうので、軟 X 線の光路は真空槽 200 内にある。また、このシステムは大きく分けて光源、結像光学鏡、検出系、そして制御計測システムの 4 つにわかれており、それらを用いて試料 310 を観察することができる。

軟 X 線光源としては、レーザー発生装置 210、金属ターゲット 300、分光器 220 そしてピンホール 230 が用いられている。結像光学鏡 240 は中央に穴をあけた凹面の上述した多層膜鏡と、その真向かいに凸面の上述の多層膜鏡を組合せて構成されている。そして、試料 310 に照射した軟 X 線を検出するための光電面 252 を備えた 2 次元検出器 250、検出データを取りこんだり、試料の位置の制御をするコンピュータ 260 がある。

【0021】

この構成において、まず、光源としての軟 X 線を発生させるために、パルスレ

ーザー発生装置 210 より強力な赤外線パルスレーザーをレンズで金属ターゲット 300 に集光すると、エネルギーが高いプラズマを発生する。そのプラズマはいろいろな波長の電磁波を放射する。そこで、分光器 220 を用いていろいろな波長の電磁波の中から軟 X 線を取り出す。分光器 220 より射出した軟 X 線は、ピンホール 230 を通過し、試料 310 を照射する。照射された試料 310 の軟 X 線は結像光学鏡 240 で試料 310 の写像を拡大し、2 次元検出器 250 の光電面 252 上に結像する。そしてコンピュータ 260 が 2 次元検出器 250 で検出されたデータを取りこみ、画像化する。その他にもコンピュータ 260 は前述の試料 310 の位置を制御したりもする。

上述のような顕微鏡システムに用いる反射鏡において、上述の構成を用いることにより、1 nm 以下の精度及び分解能で光線の波面収差補正を行える。これにより、基板の形状誤差が所望の値に達しない場合でも、多層膜を成膜した後に、補正膜等を用いて最終的な X 線波面補正を行うことで、使用状況に於いて最適な波面精度を得ることもできる。

#### 【0022】

この補正膜等による補正により、X 線望遠鏡の応用では、斜入射円筒鏡を入れ子にしたネステッド・タイプの望遠鏡に代わり、直入射のカセグレイン・タイプ等の望遠鏡が軽量かつ高性能に構成できる。図 10 にこの望遠鏡の構成例を示す。

図 10 において、カメラ 450 に反射型の望遠鏡 400 を付けた構成である。この反射型望遠鏡 400 を構成する反射鏡 410 および 415 に、上述で説明した多層膜反射鏡を用いている。外側の筒 420 に入射した光は、反射鏡 410 で反射した後、反射鏡 415 で反射してバッフル 430 から、カメラ 450 に入射する。

この構成により、例えば人工衛星搭載用の軽量高性能の X 線望遠鏡では、多層膜鏡の波面収差を減少することによって、従来の望遠鏡では得ることができなかった観測波長程度という極限の分解能が期待できる。

#### 【0023】

X 線マイクロプローブに対して、上述の多層膜反射鏡を用いることもできる。

X線マイクロプローブにおける応用では、従来の数十 $\mu\text{m}$ の空間分解能を0.01 $\mu\text{m}$ の領域まで微細化できるので、各種サブミクロン・デバイスを含め、X線マイクロプローブの検査対象を飛躍的に拡大できる。

【0024】

X線分析装置に対しても上述の多層膜反射鏡を用いることができる。このX線分析装置では、ビームを平行にコリメートしたり、集光したりすることができるため、角度精度が向上するとともに微小試料の観察ができるようになる。また、結像系と組合せて、2次元の画像での分析による応用に使えるようになる。

【0025】

上述したX線顕微鏡、X線望遠鏡、X線マイクロプローブ、X線分析装置ばかりでなく、縮小投影露光装置における多層膜レチクル・マスクおよび結像鏡において、反射波面に生ずる欠陥を修復できる。他にもX線透過型多層膜の各種応用に於いて、多層膜鏡の波面の補正が容易に行えるので、X線の透過および反射波面の位相を目的の値、目的の2次元分布に調節することができる。

また、上記においては、X線を用いた機器として説明したが、極端紫外線（真空紫外線）等を使用する機器に対しても当然のことながら同様に適用することができる。

【0026】

【発明の効果】

上述する様に、本発明により、多層膜反射鏡の波面位相を容易に補正することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

電磁波の分類と電磁波の波長を示す図である。

【図2】

(a) 多層膜鏡の構成を示す図である。

(b) Mo-Si多層膜を示す図である。

【図3】

多層膜反射鏡を用いたX線装置の概略構成を示す図である。

【図 4】

アクチュエータで基板に力を加えて多層膜鏡の形状を矯正することにより波面を補正する波面収差補正装置を示す図である。

【図 5】

本発明の多層膜鏡の構成を示す図である。

【図 6】

多層膜鏡の補正の手順を示す図である。

【図 7】

反射を行う多層膜を多くした場合の反射率を示すグラフである。

【図 8】

補助膜と反射率が飽和する以上の周期数（1 2 1）を有する多層膜とを上から削った場合を示すグラフである。

【図 9】

本発明の多層膜を用いた軟 X 線顕微鏡システムの構成を示す図である。

【図 1 0】

本発明の多層膜を用いた軟 X 線望遠鏡システムの構成を示す図である。

【符号の説明】

1 0	基板
2 0, 2 2	多層膜鏡
3 0, 3 5	物体
5 0	位相補正層
6 0	アクチュエータ
1 1 0	ピンホール
1 2 0, 2 3 0	ビームスプリッタ
1 3 0	ナイフ・エッジ
1 5 0, 2 5 0	2次元検出器
1 6 0, 2 6 0	コンピュータ
1 7 0	制御回路
2 0 0	真空槽

2 1 0	パルスレーザー発生装置
2 2 0	分光器
2 4 0	結像光学鏡
2 5 2	光電面
3 0 0	金属ターゲット
3 1 0	試料
4 0 0	反射望遠鏡
4 1 0, 4 1 5	多層膜鏡
4 2 0	外側筒
4 3 0	バッフル
4 5 0	カメラ

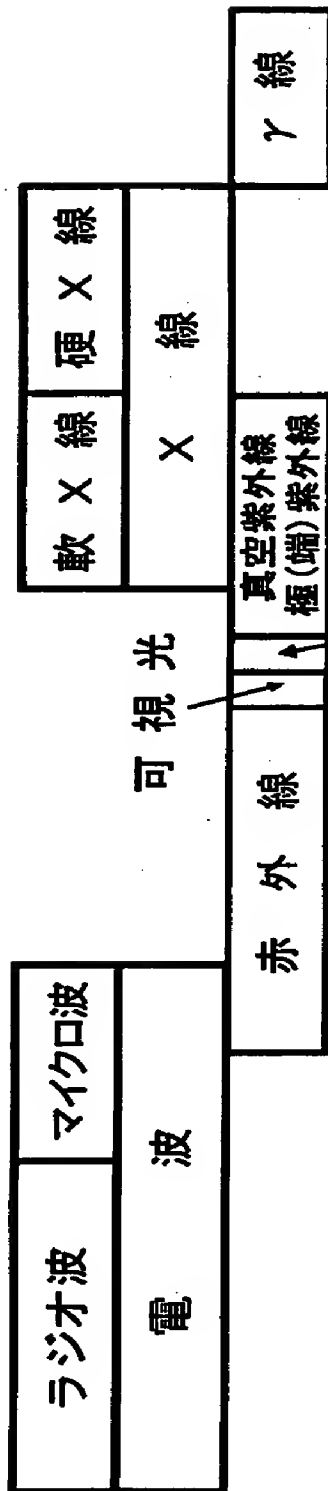
【書類名】

図面

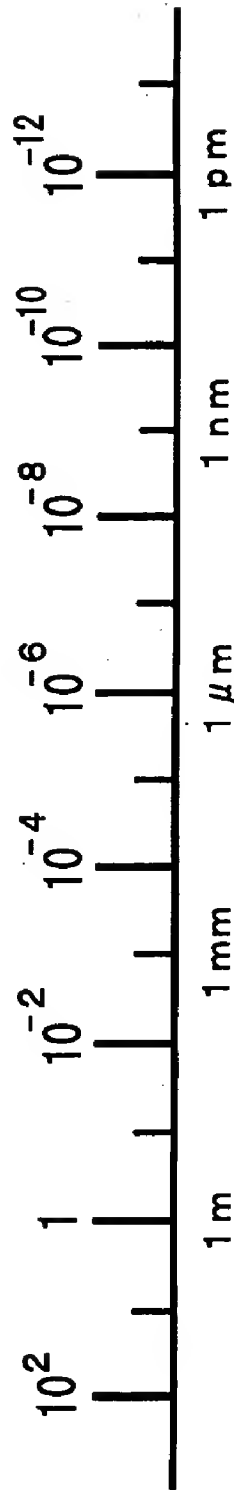
【図 1】



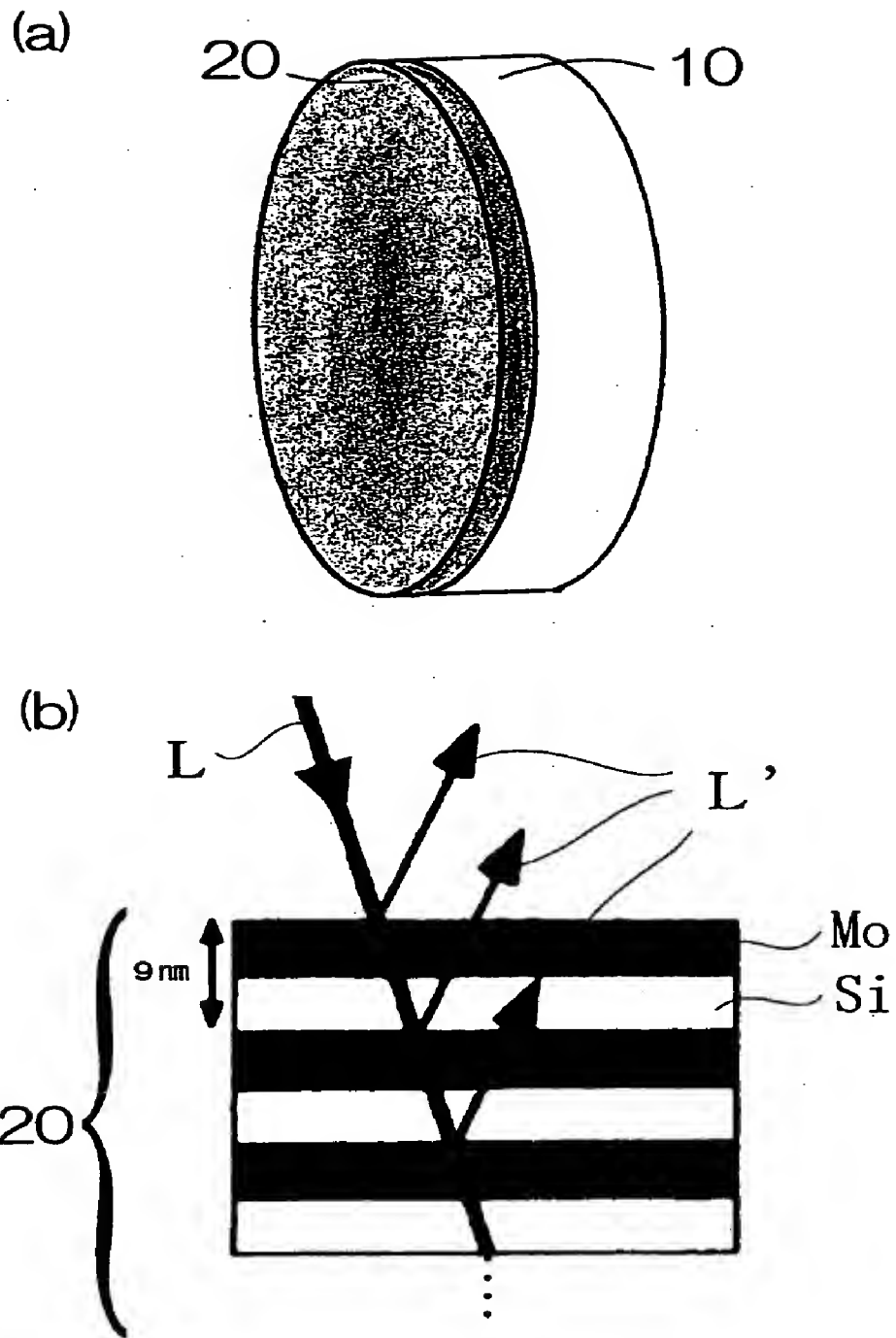
(a) 電磁波の分類



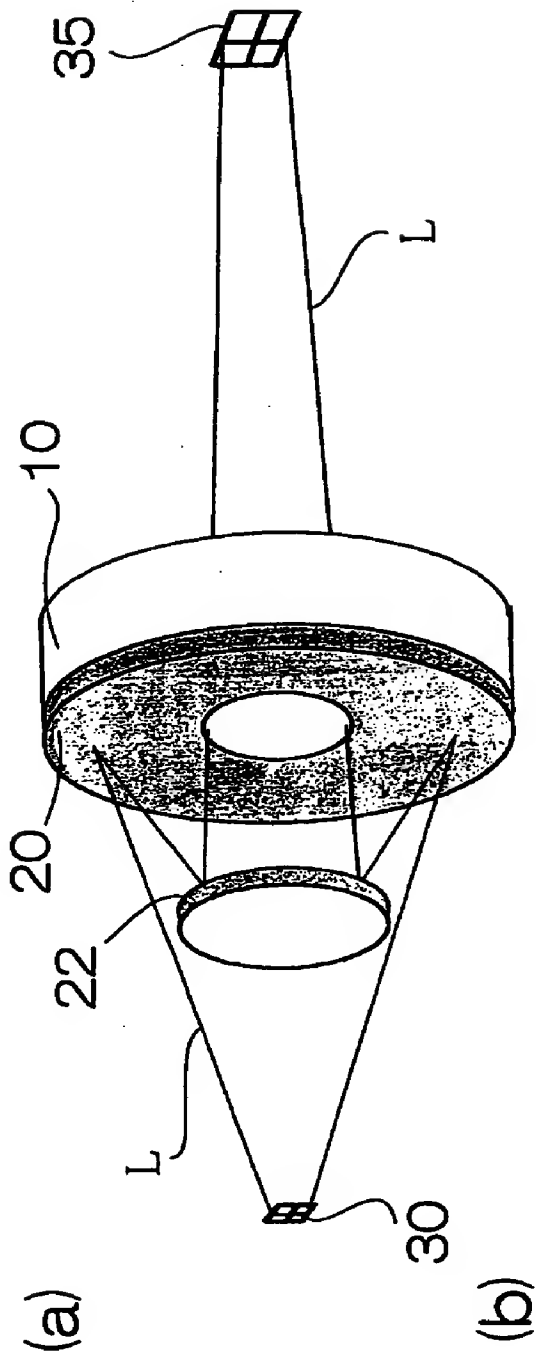
(b) 電磁波の波長 (m)



【図 2】

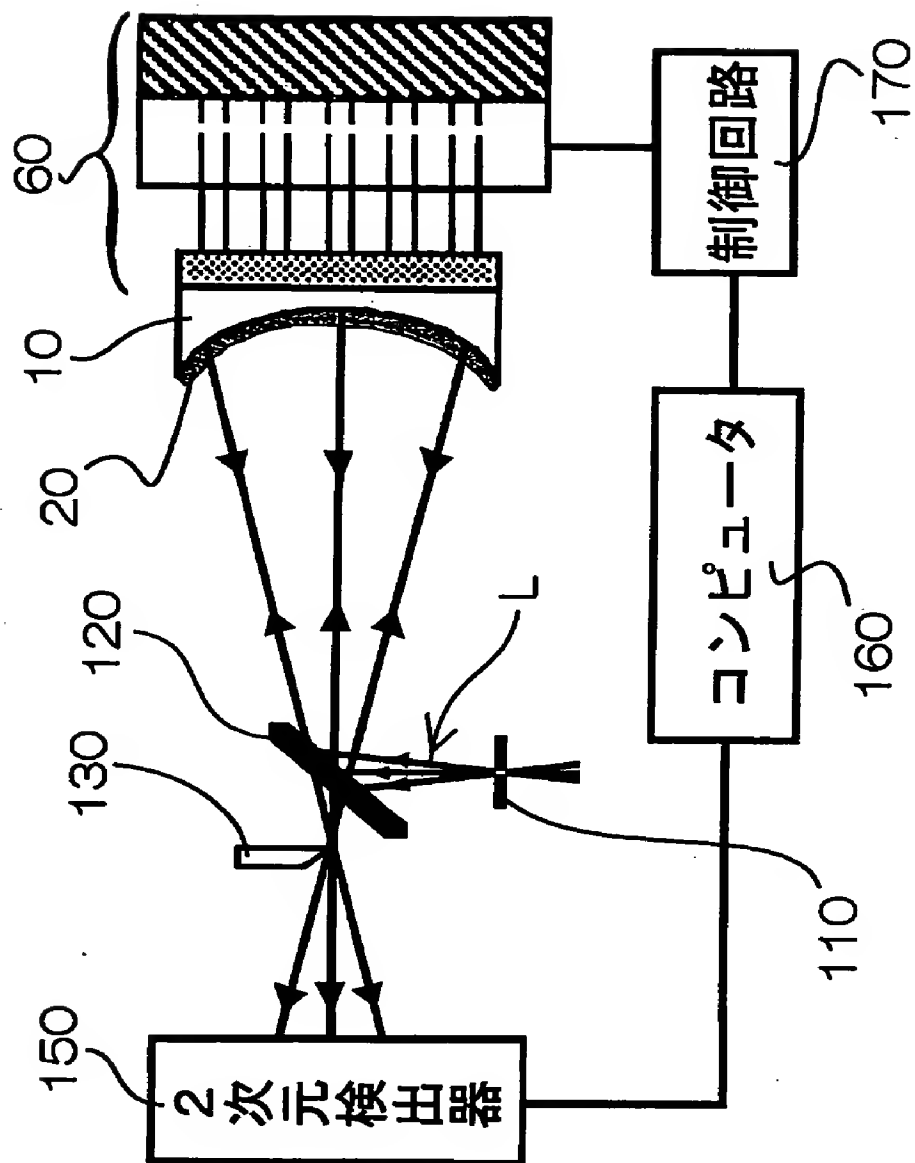


【図 3】

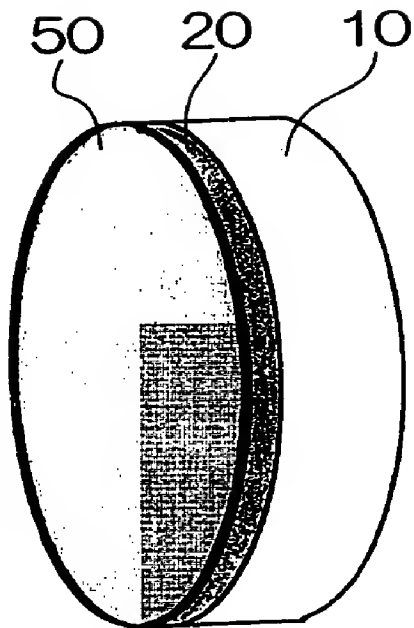


(1) 物体 → 顕微鏡 → 拡大像  
 (2) 縮小像 ← マイクロフォーカス, 縮小露光 ← 物体

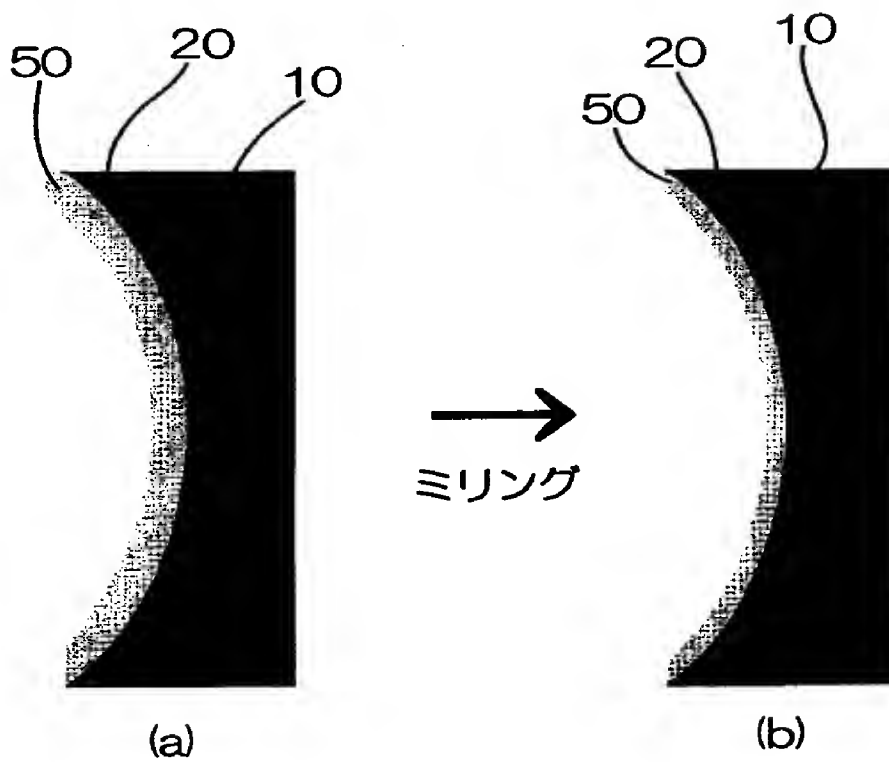
【図 4】



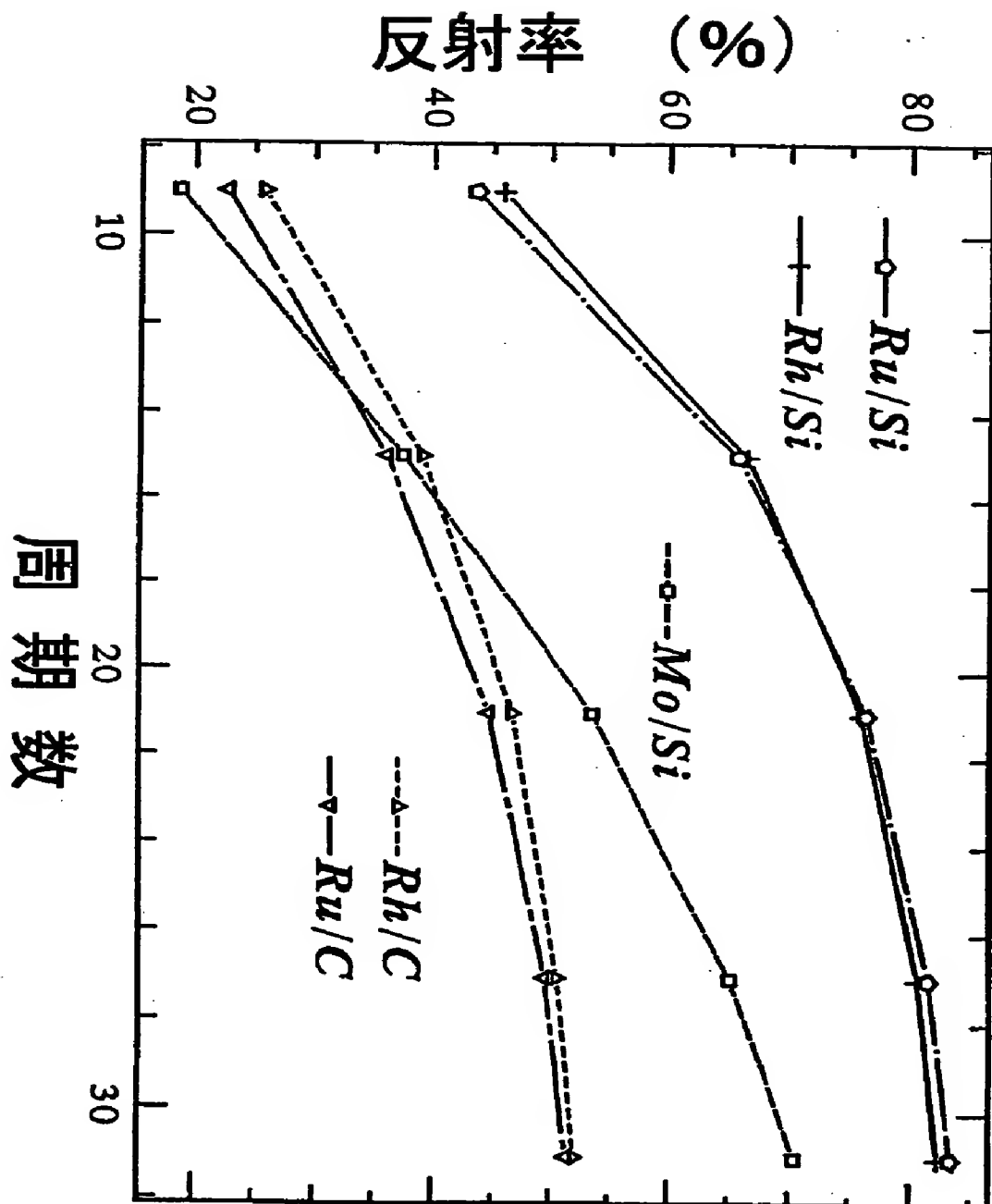
【図 5】



【図 6】



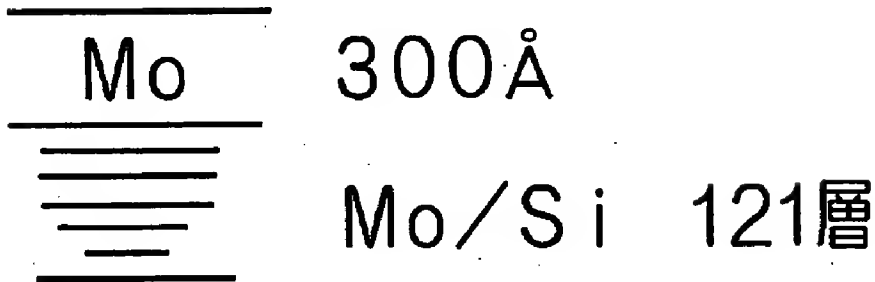
【図 7】



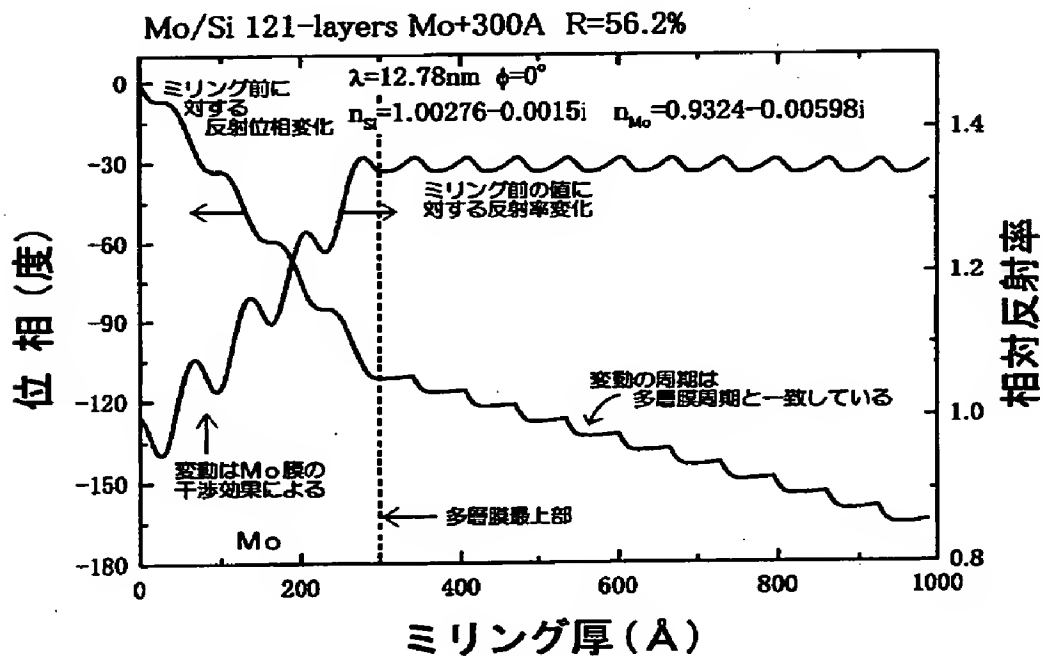
【図 8】

(a)

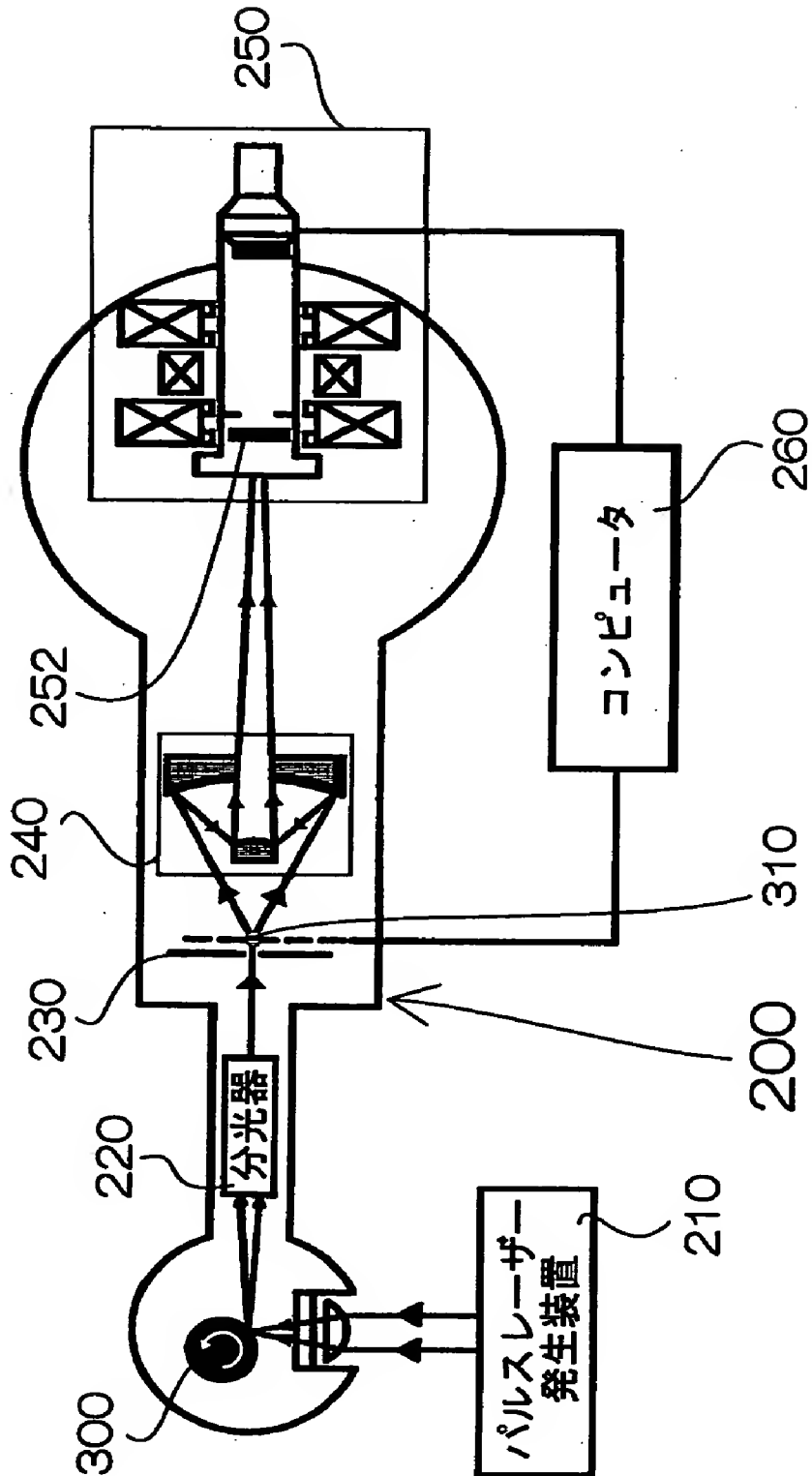
上からけずる



(b)



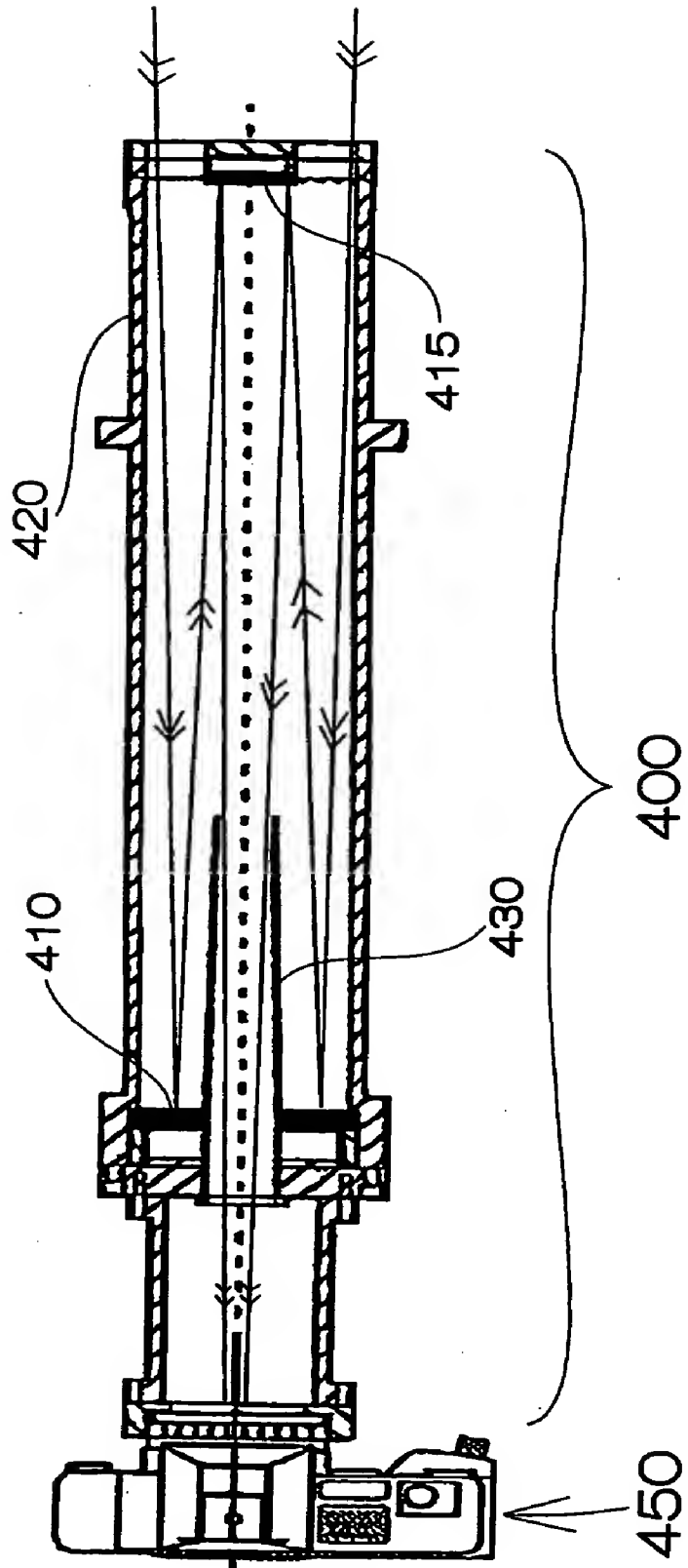
【図 9】





特平 1 1 - 3 3 7 9 5 5

【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 補正層を多層膜鏡の最上表面に付加して、反射時に起こる波面位相の補正をする。

【解決手段】 多層膜の最上表面に補正層を付加すれば、透過型の位相補正膜として機能させることができる。軟X線の波長域で透明な物質は無いので、補正膜に適した物質は、位相補正量を大きくとることのできる、屈折率差  $(1 - n)$  が大きくて消衰係数  $k$  が小さいものほどよい。そこで、軟X線に対しては { 屈折率差  $(1 - n)$  / 消衰係数  $k$  } が大きい物質であるモリブデンを用いるとよい。

【選択図】 図 5

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第337955号
受付番号	59901161580
書類名	特許願
担当官	大畑 智昭 7392
作成日	平成12年 1月27日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成11年11月29日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [899000035]

1. 変更年月日 1999年 9月16日

[変更理由] 新規登録

住 所 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉468番地

氏 名 株式会社 東北テクノアーチ

THIS PAGE BLANK (USPTO)